参 考 資 料

粉体成形物の流動時に発生する雑音の利用*

脇 本 彪**

Takeshi Wakimoto

竹 田 明 美**

Akemi Takeda

大 塚 昭 信***

Akinobu Otsuka

1. はじめに

あるシステムの発生する音が計測の手段として利用されている事実は、古くは医学における聴診から非破壊検査、最近ではジェットエンジン、ロケットや原子炉の異常の発見にまでおよんでいる。これらの事実は、音が十分な情報源となりうることを証明している。

さて、粉体の圧縮成形物の中の医薬錠剤は、成形後コーティングを施すものが多くあり、特に白糖をコーティングした糖衣錠は医薬錠剤の主流をしめている。その製法は転動造粒法によく似たもので、パン中に錠剤を入れ、回転させながらコーティング剤を塗布する方法が用いられてきた。パンの型状やコーティング液の供給方法の進歩はあっても原理はすべて同じであるが、まだまだ技術的な問題を多く有している。その一つは、工程管理が経験的な修得に大きく依存しているため正確なデータが得られにくく、理論的な発展を阻害していることである。最近糖衣錠剤の製造にも自動化がとり入れられてきたが、その多くは非常に単純化された時間シーケンスのみで、十分時々刻々のパン中の錠剤の状態を把握していない点が問題である。すなわち加工すべき錠剤に対するフィードバックループをもっていないところがこの方法の大きな弱点であった。そのため、錠剤のコーティング状態を連続して観察できる情報源をみつけ出すことが重要な今後の課題となっている。そこでわれわれは糖衣錠の製造時、経験の豊富な多くのコーティング技術者が工程の管理や工程進行の判断の要素としてコーティングパン中の錠剤の回転によって発生する雑音から音色や音強度の変化を経験的に聴きわけ、錠剤の状態を検知していることに注目した。

今回われわれはあくまで実用的な目的で、コーティン

写真1 データ処理装置

グ時の重要なファクターである錠剤の乾燥、湿潤の判断をその時々々の錠剤の発生する雑音を可聴周波数領域で周波数分析を行ない、特長ピークをみつけ出し、これをフィードバックソースとすることにより自動化することを試みた。できるかぎり高精度な分析を目的として低周波スペクトルアナライザーを用いたが、分解能を高めるためには分析時間が長くなり、また雑音の中から特長ピークを探し出す必要があるため、従来のようなX-Yレコーダーに出力させてパターンを比較する方法では雑音中の一瞬のスペクトルしか比較できないので十分な情報をひろいきれない。

そこで、くりかえし分析し、それぞれの周波数での音強度を累積加算し、雑音の中から特長ピークを抽出する方法をとることとした。すなわちIEEE488インターフェイスバスをもつローコストマイコンと4CH高精度A/Dコンバーターを組み合わせたシステムを用いた。写真1にその装置を示す。中央がCBM3032マイクロコンピュータである。このシステムはベーシックインタープリターでコントロールされるため特別なハードウェアを必要とせずリアルタイムデータ処理が可能な利点をもっており、他のラボラトリオートメーションにも応用できると思われる。

2. 周波数分析とその結果

2.1 録音法

回転しているパンの中央、錠剤のスベリ面上、10cm

昭和55年9月1日受付

* 日本薬学会第100年会にて発表(1980:4東京)

** 東亜医薬品工業(株)(〒577 東大阪市小阪本町2-10-14)

TEL 06-721-0376

***名城大学薬学部(〒468名古屋市中天白区天白町八事裏山)

TEL 052-832-1336

のところにソニーエレクトレット型小型コンデンサーマイク EC-16 をおき、エンドレステープに乾燥時、湿潤時の雑音を一定レベルで録音した。

2.2 周波数分析

先のエンドレステープをソニー2850テープレコーダーで再生し、ヒューレットパッカード製、低周波スペクトルアナライザー HP3580A により分解幅 10Hz で一定の周波数区間をくりかえし分析し、その出力は HP59313A A/D コンバーターでデジタル化の後、コモドル 3032 マイクロコンピュータに IEEE488 バスで入力し、アベリッジを行なった。写真2は左上がフリクエンシーカウンター、右下がスペクトルアナライザー、上が A/D コンバーターで、その処理は観察したい周波数範囲を80チャンネルに分割し、それぞれの周波数区間にあらわれる出力電圧、すなわち固有の周波数における音響強度を加算し、1000回の平均値として出力させた。チャンネルの移動はスペクトルアナライザーのX軸出力をY軸と同様の方法により入力し制御した。Fig.1に装置の略略を示す。なお分析中の周波数はフリクエンシーカウンターでモニターした。

写真2 スペクトルアナライザーと A/D コンバーター

Fig. 1 雑音の集録と周波数分析処理装置の構成図

2.3 錠剤の乾、湿の差と再現性

Fig.2は試験用コーティングパン中の1錠重量460 mg, 5000錠の乾燥時と湿潤時を比較したもので、たて軸は乾燥時の最強ピーク値を100としたときの相対強度、よこ軸は周波数で、0Hz から 8000Hz までの結果である。白地が乾燥時、黒地が湿潤時のパワースペクトルである。湿潤時には強度の著しい低下と音色のわずかな低域へのシフトがみられる。また再現性は良好であった。

2.4 錠剤の数量の影響

錠剤の多少によりパワースペクトルの大きさは若干変わるが周波数のシフトはみられない (Fig.3)。

2.5 中心周波数の決定要素

コーティング時発生する雑音の中心周波数がどのようなファクターで定まるのか、発音機構がどのような部分に依存しているのかを検討するために大きさの異なるコーティングパンの固有振動スペクトルを木製ハンマーとスポンジに包んだハンマーにより打撃し測定した。Fig.4は直径330mmの試験用パンの打撃音と、乾燥錠剤を入れて回転させたときのスペクトルである。同様の実験をパンの直径を変えて行なった (Fig.4~6)。

音響工学的には当然のことと思われるが、糖衣工程時の雑音の中心周波数はそのパンの体積とその材質などに

Fig. 2 錠剤の乾湿時の雑音の可聴領域におけるパワースペクトルの比較

Fig. 3 パン中の錠剤数量とスペクトルの関係
A : 3000錠, B : 6000錠, C : 9000錠

Fig. 4 直径 330mm コーティングパンの硬さの異なる 2 種のハンマーによる打撃音と乾, 湿錠剤の雑音スペクトルの比較

Fig. 5 直径 800mm の場合の打撃音と錠剤音の比較

Fig. 6 直径 1100mm の場合の打撃音と錠剤音の比較

より決定され、錠剤の量や形状には影響をうけない。スポンジのようなやわらかいものでの打撃音はパワースペクトルの顕著な減少をきたし、これは湿潤時の錠剤が発生する音の場合と同様の傾向を示す。これらのことからこの雑音は錠剤の刻々の表面状態の情報を含んでいることを示している。

2.6 乾燥に伴うスペクトルの変化

次に錠剤乾燥時に現われる特長ピークがシロップを塗布してから乾燥を終了するまでにどのような変化をするのかをみた。Fig.7 にその様子を示す。十分乾燥してい

Fig. 7 シロップ注加後における音響強度の時間的变化

Fig. 8 コーティング装置の構成図

る錠剤にシロップを注加すると直ちにピークは減少しはじめ、十分に湿潤すると最小を示す。その後乾燥が進むにつれて直線的に増加し、十分乾燥すると平衡に達する。図中点線で示した直線は 3600Hz の場合の増加部分のデータを最小二乗法で整理して得たものである。この部分の直線の傾きの大きいものがフィードバックソースとして適している。

3. 本方法によるコーティング操作

以上の結果から実際のコーティングを試験用パンを用いて行なった。Fig.8 はその装置の大略である。図に示すようにコーティングパン中に小型マイクロフォンを置き、直接スペクトルアナライザーに入力する。分析範囲は 3375Hz~4375Hz, バンド幅 10Hz, リニアモードにより行ない、そのパワースペクトルから 3 つのピークをフィードバックソースとした (Fig.9)。コーティング工程の進行に分析速度が十分マッチするようスペクトルアナライザーの高速アダプティブスイープを用いた。スペクトルアナライザーの出力は A/D コンバーターによりデジタル化の後 IEEE488 バスで CBM3032 マイクロコンピュータに入力され、コーティング液の注加時期を決定する。その結果は A/D コンバーターのリバースチャンネルにもどされ、このラインにより外部バルブの操作

が行なわれシロップが塗布される。

コーティング実行プログラム (Fig.10) は今回実験に使用したベーシックによる制御プログラムのフローチャートである。まず、指定周波数に対応するチャンネルアドレスの値はスペクトルアナライザーのX軸の位置の指定にあたり、この値で特長ピークを固定する。Y軸には音強度のスレッシュホールドレベルを入力する。つぎにサブルーチンでIEEE488バスをアクセスする。このルー

Fig. 9 フィードバックソースとして使用した錠剤乾燥時の3つの特長ピーク

チンは高速性が必要なため機械語によった。A/DコンバーターからのデータはUSR関数によりベーシック側に転送され、以後データ処理される。コーティング時期の決定にはフローチャートにも示したように3種のピークを決定し、それぞれの音強度の一定回数の平均値がスレッシュホールドレベルを越えたとき1として出力され、3ピークの論理積が“1”でコーティングGOのバルブを開けるという方法をとった。写真3に今回、音フ

写真3 音フィードバック法によりコーティングした錠剤の断面

FLOWCHART OF COATING

Fig.10 コーティングプロセスのフローチャート

ードバック法によりコーティングを施した錠剤の断面を示す。コーティング状態は良好であった。また、本操作において周囲の雑音などによる誤動作はまったくみられなかった。

4. おわりに

今回の実験から、音の分析をコーティング作業の自動

化に応用する試みは十分可能性のある方法であるとの確信を持った。しかし、今回の実験は周波数範囲も広くおおざっぱな解析であったので今後スペクトル分析を細部にまで進め、錠剤の物性の把握にまで近づきたいと考えている。

終りに IEEE488 に関する多くのアドバイスをいただいたモガミ電線研究所研究部、平林浩一氏に深謝する。

参 考 資 料

マイコンによる粒度分布測定と解析の能率化

井 上 正 秀*

Masahide Inoue

徳 野 晃*

Akira Tokuno

中 村 一 夫*

Kazuo Nakamura

市 塚 健 司*

Takeshi Ichizuka

1. はじめに

粉体を扱う者にとり、粒度分布測定は日常的な作業である。この測定において、人手のかかる部分をなるべく省く、そして測定をやりやすくするというを第一の目的として計算機の応用を試みた。

計算機を応用する際、問題となるのは、これを行なうために相当の時間と努力が必要になることである。たとえば、計算機としては、大型計算機、ミニコン、マイコンなどが考えられる。しかし、大型計算機は測定器との結合が面倒である、ミニコンはプログラムの作成に時間がかかる、そして、価格の安いボード型マイコンはハード、ソフトの開発に時間がかかるといった問題がある。

そこでわれわれは、測定器との結合が簡単で、プログラム作成が容易にできるマイコン（いわゆるパーソナルコンピューター）を使って L.A. を行なった。

以下にわれわれの行なった粒度分布測定の構成、測定法、およびそのメリットを報告する。

2. 構 成

Fig.1 は構成を示すブロックダイアグラムである。粒度分布測定器としては、セイシン企業製の光透過式粒度分布測定器 SKN500 型を用いた。この装置の測定方式は、まず粒子を均一に分散させた懸濁液を作り、その懸

濁液濃度の時間変化から粒度分布を求めるものである。粒子の沈降時間が長い場合は、遠心器を用いて粒子を沈降させる。

計算機としては横河ヒューレットパッカード製のシステム 9845B を使用した。この計算機は 200K バイトの RAM を有し、CRT、感熱式プリンター、カートリッジテープを内蔵しており、リアルタイムクロック（以下 RTC と略す）を取り付けている。測定器との結合は BCD（2 進化 10 進付号）出力形式の I/F（インターフェース）を介して行なう。プログラミング言語は BASIC である。

A/D 変換器は、タケダ理研工業製のエレクトロメーター TR-8651 と横河電機製作所製のユニバーサルデジタルメーター TYPE2502 を接続して構成した。

信号の流れを述べる。まず粒度分布測定器内の光電管により、懸濁液試料の透過率をアナログ電流信号として捉える。この信号は A/D 変換され、BCD I/F を介し、

Fig. 1 ブロック・ダイアグラム

昭和55年9月4日受付

* 旭光学工業(株) (〒174 東京都板橋区前野町2-36-9)

TEL 03-960-5151